

# METHOD AND APPARATUS FOR MEASUREMENT OF ABNORMAL POINT LINEAR BODY AS WELL AS METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURE OF LINEAR BODY

Publication number: JP6331557

Publication date: 1994-12-02

Inventor: TAKAHASHI KENICHIRO; INOUE SUSUMU; HATTORI YASUJI

Applicant: SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES

Classification:

- international: G01M11/00; G01N21/88; G01N21/89; G01N21/892;  
G01N21/958; G01M11/00; G01N21/88; (IPC1-7):  
G01N21/88; G01M11/00; G01N21/89

- european:

Application number: JP19930144219 19930524

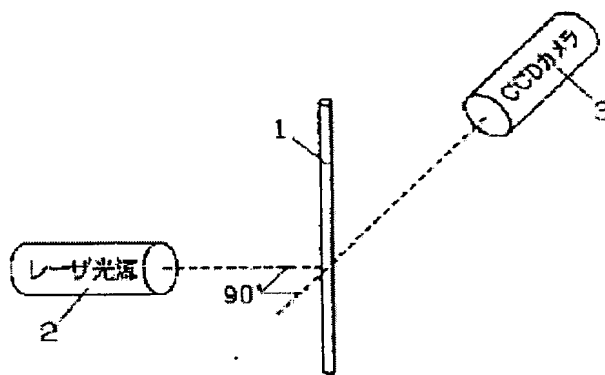
Priority number(s): JP19930144219 19930524

Report a data error here

## Abstract of JP6331557

PURPOSE: To provide a measuring method which can detect a hole in a glass fiber in a noncontact manner and simply.

CONSTITUTION: A laser light source 2 is arranged in such a way that a face at right angles to the axial line of a glass fiber 1 is irradiated with a laser beam. A CCD camera 3 is installed inside the same plane as the face so as to be at right angles to the optical axis of the laser light source 2, and it picks up reflected light from the glass fiber 1. When a hole exists in the glass fiber 1, reflected light is generated. When the brightness distribution of the reflected light is analyzed, it is possible to estimate whether an abnormal point exists or not inside the glass fiber.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-331557

(43) 公開日 平成6年(1994)12月2日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 21/88	D	8304-2 J		
G 0 1 M 11/00	R	9309-2 G		
G 0 1 N 21/89	E	8304-2 J		

審査請求 未請求 請求項の数16 F D (全 9 頁)

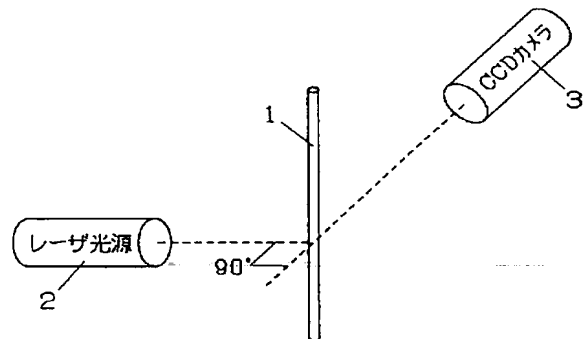
(21) 出願番号	特願平5-144219	(71) 出願人	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(22) 出願日	平成5年(1993)5月24日	(72) 発明者	高橋 健一郎 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
		(72) 発明者	井上 享 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
		(72) 発明者	服部 保次 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
		(74) 代理人	弁理士 石井 康夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 線状体内異常点測定方法及び装置、ならびに、線状体製造方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 非接触で、かつ、簡便に、ガラス繊維中の穴を検出できる測定方法を提供する。

【構成】 レーザ光源2は、ガラス繊維1の軸線に対して、直交する面内にレーザ光を照射するように配置されている。CCDカメラ3は、上述した面と同一平面内にレーザ光源2の光軸と直角をなすように設置され、ガラス繊維1からの反射光を撮像する。ガラス繊維1に穴が存在すると、反射光が生じるから、反射光の輝度分布を解析することにより、ガラス繊維内の異常点の有無を推定することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 線状体の側面に対して、該線状体の長手方向に直交する面内にレーザ光を照射し、該レーザ光と同一平面内に配置された1次元または2次元センサによって前記線状体からの反射光を受光し、受光した反射光の輝度分布を解析することにより、前記線状体内の異常点の有無を推定することを特徴とする線状体内異常点測定方法。

【請求項2】 1次元または2次元センサを複数配置することを特徴とする請求項1に記載の線状体内異常点測定方法。

【請求項3】 複数のレーザ光を異なる方向から照射することを特徴とする請求項1または2に記載の線状体内異常点測定方法。

【請求項4】 線状体に樹脂を塗布するダイスの直下のメニスカス部において線状体からの反射光を受光することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定方法。

【請求項5】 樹脂塗布前と樹脂塗布後における線状体からの反射光をそれぞれ受光することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定方法。

【請求項6】 樹脂塗布後における線状体からの反射光を受光することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定方法。

【請求項7】 パルス状にレーザ光を照射することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定方法。

【請求項8】 線状体の側面に対して、該線状体の長手方向に直交する面内にレーザ光を照射する光源手段と、該レーザ光と同一平面内において前記線状体からの反射光を受光するように配置された1次元または2次元センサを有することを特徴とする線状体内異常点測定装置。

【請求項9】 1次元または2次元センサを複数配置することを特徴とする請求項8に記載の線状体内異常点測定装置。

【請求項10】 複数のレーザ光を異なる方向から照射する光源手段を有することを特徴とする請求項8または9に記載の線状体内異常点測定装置。

【請求項11】 線状体に樹脂を塗布するダイスの直下のメニスカス部において線状体からの反射光を受光するよう光源手段及び1次元または2次元センサを配置することを特徴とする請求項8乃至10のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定装置。

【請求項12】 樹脂塗布前と樹脂塗布後における線状体からの反射光をそれぞれ受光するよう光源手段及び1次元または2次元センサを配置することを特徴とする請求項8乃至10のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定装置。

【請求項13】 樹脂塗布後における線状体からの反射

光を受光するよう光源手段及び1次元または2次元センサを配置することを特徴とする請求項8乃至10のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定装置。

【請求項14】 パルス状にレーザ光を照射する光源手段を用いることを特徴とする請求項8乃至13のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定装置。

【請求項15】 請求項1乃至7のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定方法を用いて、非接触で線状体内の異常点の有無を測定しながら線状体を製造することを特徴とする線状体製造方法。

【請求項16】 請求項8乃至14のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定装置を有し、非接触で線状体内の異常点の有無を測定しながら線状体を製造することを特徴とする線状体製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、線状体内に存在する屈折率の異なる異常点を測定する方法及び装置、ならびに、線状体製造方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】線状体、例えば、ガラス繊維中に穴が存在すると、ガラス繊維の強度が低下するなどの問題を生ずる。

【0003】従来の線状体内の異常点、例えば、穴を検出する方法は、線状体、例えば、ガラス繊維内に穴がある部分は、穴がない部分と外径が異なるという経験則から、ガラス繊維の製造中に、ガラス繊維の外径の変化をモニタし、外径変化があるところを排除するようにしている。また、実際に、穴があるかどうかを確認するときには、ガラス繊維の側面から顕微鏡で目視により観察したり、あるいは、ガラス繊維を切断して、その端面を同様にして顕微鏡で観察する方法が採用されている。

【0004】しかしながら、外径の変動原因は、穴の有無以外によることもあり、外径の変化を測定して穴の有無を判定することは、必ずしも十分ではない。また、人が目視で穴の有無を判断するのは時間がかかり、ガラス繊維製造中に上述した方法を採用することは効率が悪い。したがって、ガラス繊維製造分野において、高性能なガラス繊維を生産性よく製造するために、ガラス繊維中の異常点をインラインで正確に効率よく、測定する技術の出現が望まれている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、非接触で、かつ、簡便に、線状体、例えば、ガラス繊維中の穴を、その位置に依存することなく検出できる測定方法及び装置、ならびに、それを利用した線状体の製造方法及び装置を提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、請求項1に記

載の発明においては、線状体内異常点測定方法において、線状体の側面に対して、該線状体の長手方向に直交する面内にレーザ光を照射し、該レーザ光と同一平面内に配置された1次元または2次元センサによって前記線状体からの反射光を受光し、受光した反射光の輝度分布を解析することにより、前記線状体内の異常点の有無を推定することを特徴とするものである。

【0007】請求項2に記載の発明においては、請求項1に記載の線状体内異常点測定方法において、1次元または2次元センサを複数配置することを特徴とするものであり、請求項3に記載の発明においては、請求項1または2に記載の線状体内異常点測定方法において、複数のレーザ光を異なる方向から照射することを特徴とするものである。

【0008】請求項4に記載の発明においては、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定方法において、線状体に樹脂を塗布するダイスの直下のメニスカス部において線状体からの反射光を受光することを特徴とするものであり、請求項5に記載の発明においては、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定方法において、樹脂塗布前と樹脂塗布後における線状体からの反射光をそれぞれ受光することを特徴とするものであり、請求項6に記載の発明においては、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定方法において、樹脂塗布後における線状体からの反射光を受光することを特徴とするものである。

【0009】請求項7に記載の発明においては、請求項1乃至6のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定方法において、パルス状にレーザ光を照射することを特徴とするものである。

【0010】請求項8に記載の発明においては、線状体内異常点測定装置において、線状体の側面に対して、該線状体の長手方向に直交する面内にレーザ光を照射する光源手段と、該レーザ光と同一平面内において前記線状体からの反射光を受光するように配置された1次元または2次元センサを有することを特徴とするものである。

【0011】請求項9に記載の発明においては、請求項8に記載の線状体内異常点測定装置において、1次元または2次元センサを複数配置することを特徴とするものであり、請求項10に記載の発明においては、請求項8または9に記載の線状体内異常点測定装置において、複数のレーザ光を異なる方向から照射する光源手段を有することを特徴とするものである。

【0012】請求項11に記載の発明においては、請求項8乃至10のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定装置において、線状体に樹脂を塗布するダイスの直下のメニスカス部において線状体からの反射光を受光するよう光源手段及び1次元または2次元センサを配置することを特徴とするものであり、請求項12に記載の発明においては、請求項8乃至10のいずれか1項に記載の

線状体内異常点測定装置において、樹脂塗布前と樹脂塗布後における線状体からの反射光をそれぞれ受光するよう光源手段及び1次元または2次元センサを配置することを特徴とするものであり、請求項13に記載の発明においては、請求項8乃至10のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定装置において、樹脂塗布後における線状体からの反射光を受光するよう光源手段及び1次元または2次元センサを配置することを特徴とするものである。

10 【0013】請求項14に記載の発明においては、請求項8乃至13のいずれか1項に記載の線状体内異常点測定装置において、パルス状にレーザ光を照射する光源手段を用いることを特徴とするものである。

【0014】さらに、前記線状体内異常点測定方法を用いて、非接触で線状体内の異常点の有無を測定しながら線状体を製造する線状体製造方法、また、上記線状体内異常点測定装置を有し、非接触で線状体内の異常点の有無を測定しながら線状体を製造する線状体製造装置も特徴とするものである。

20 【0015】

【作用】請求項1乃至14に記載の発明によれば、検出器として1次元または2次元センサを用い、線状体、例えば、ガラス繊維の側面に対して、該ガラス繊維の長手方向に直交する平面内にレーザ光を照射してガラス繊維に入射させ、同一平面内に配置された1次元または2次元センサによってガラス繊維からの反射光を受光し、受光した反射光の輝度分布を解析することにより、前記線状体内の異常点の有無を推定することができる。

30 【0016】2次元センサを用いた場合には、反射光の状態を平面画像として検出できるので、異常点の認識の面から有利である。また、1次元センサを用いた場合には、2次元センサに比較して、高速であるから、線状体における異常点の検出をより高速で行なうことができる。

【0017】この場合、ガラス繊維中の受光部に対する異常点の位置によって、受光器に到達する異常点からの反射光量が異なることがある。複数の1次元センサまたは複数の2次元センサを用いることにより、反射光を、より効率よく検出できる。

40 【0018】また、単一のレーザ光を用いる場合には、ガラス繊維体中を透過する光量密度が小さい部分があって、その部分に異常点があると、異常点からの反射光量も小さくなる。複数のレーザ光を用いて異なる方向から照射することにより、光量密度が小さくなる部分を減少させて、異常点からの反射光の減少を防止して受光することができる。

50 【0019】複数のレーザ光、ならびに、複数の1次元センサまたは複数の2次元センサを用いることにより、光量密度が小さい部分をなくし、受光部に対するガラス繊維中の異常点の位置に依存されことなく、異常点か

らの反射光をさらに効率よく受光することができる。

【0020】線状体に樹脂を塗布するダイスの直下のメニスカス部において線状体からの反射光を受光することによって、表面反射と異常点による反射を分離して検出することができる。

【0021】また、樹脂塗布前と樹脂塗布後における線状体からの反射光をそれぞれ受光して、両者の比較処理を行なうことにより、線状体の表面の傷による散乱光などを誤検出することがなく、より確実な検出を行なうことができる。比較処理は、両者のAND（論理和）をとるようにしてもよい。

【0022】樹脂塗布後における線状体からの反射光を受光することによって、線状体の周辺部の異常点まで検出することができる。

【0023】パルス状にレーザ光を照射することによって、露光時間を短くし、ブレ、ボケなしに、線状体からの反射光を受光することができ、効率よく異常点を検出することができる。

【0024】また、光源と1次元センサまたは2次元センサを用いるから、非接触で、かつ、簡便にガラス繊維中の異常点の位置に依存せずに異常点の検出ができ、製造工程に組み込むことが容易である。

【0025】

【実施例】図1は、本発明の線状体内異常点測定装置の第1の実施例の説明図である。図中、1はガラス繊維、2はレーザ光源、3はCCDカメラである。レーザ光源2は、ガラス繊維1の軸線に対して、直交する面内にレーザ光を照射するように配置されている。CCDカメラ3は、上述した面と同一平面内に設置され、ガラス繊維1からの反射光を受光する。なお、レーザ光の光軸とCCDカメラ3の光軸とのなす角度は、ほぼ直角にするのが好ましい。CCDカメラ3は2次元センサとして用いたものであり、必ずしもCCDカメラに限られるものではない。光電素子を2次元に配列し、走査回路を用いて面走査を行なう2次元センサを用いてもよい。

【0026】図2、図3は、ガラス繊維における照射光に対する反射光の説明図である。図中、1はガラス繊維、3はCCDカメラ、4は照射光、5は穴である。照射光4は、図1で説明したレーザ光源からの光である。なお、図1におけるレーザ光の光軸とCCDカメラの光

【0027】図2（A）は、穴のない部分のガラス繊維1に照射光4が入射した状態の説明図である。ガラス繊維1は、軸方向に直角な断面で示されている。照射光4は、ガラス繊維1に平行に入射されていると考えてよい。ガラス繊維1に入射する照射光4は、ガラス繊維1の表面で屈折してガラス繊維1内を透過するが、一部は表面で散乱光Pとして反射される。また、照射光4の一部は、ガラス繊維1の表面で正反射光Qとして反射される。さらに、ガラス繊維1内を透過する光は、照射光の

入射側と反対側の表面から出射するが、一部は、散乱光Rとして反射される。CCDカメラ3は、これら反射光を、例えば、図の右側から撮像する。CCDカメラ3が撮像した画像データのある走査ラインの出力を図2

（B）に示す。走査方向が図2（A）の上から下に向けた走査であるとする、図2（B）に示すように、ガラス繊維1の両端位置における散乱光P、Rと、光源に近いガラス繊維表面からの正反射光Qが出力される。図2（B）において、横軸は時間軸であるが、ガラス繊維1の側面を右側からみた位置に対応しているから、散乱光PとRとの間がガラス繊維1の外径に対応している。

【0028】図3は、穴のあるガラス繊維1の部分に照射光4が入射した状態の説明図である。図3（A）に示すように、ガラス繊維1に入射した光の一部が穴5によって反射光Sが生じる。したがって、図3（B）に示す反射光の輝度分布に、穴5による反射光Sが出現するから、これを検出することによって、異常点を検出できる。

【0029】このように、反射光の輝度分布の空間的变化を解析することにより、ガラス繊維の異常点の有無を推定することができる。すなわち、異常点の有無に関わらず、ガラス繊維表面からの反射光がCCDカメラで測定されるが、異常点のあるガラス繊維は、異常点による反射光の成分が加わるので、異常点のないガラス繊維に比べて、CCDカメラで受光した輝度分布が異なる。したがって、この輝度分布の空間変化から、異常点を検出できる。

【0030】輝度分布の空間変化は、異常点のない部分の輝度分布をメモリしておき、このデータと検出した輝度分布のデータを比較して、その差からガラス繊維内の異常点の有無を検出するようにしてもよい。

【0031】異常点からの反射光Sの検出は、CCDカメラの走査に同期するゲートを用いて、ガラス繊維の表面からの散乱光P、Rと正反射光Qを分離することによって、検出することもできる。最初の散乱光Pで起動パルスを作り、これを同期信号として、QとRを除く所定時間の間ゲートを開くようにしてもよい。その間に反射パルスSがあれば、ゲートを通してから、これを検出することができる。

【0032】CCDカメラによる画像データの取り込みは、微小時間カメラのシャッタを開き、面走査によって画像データを取り込む。上述した実施例では、1ライン分の画像データによる検出方法を説明したが、複数ラインのデータを加算してもよい。また、2次元画像データとして検出してもよい。1次元的なデータによって異常点が検出された場合に、2次元データを解析するようにしてもよい。

【0033】異常点による反射光Sの反射光量は、ガラス繊維中の異常点の位置による影響を受ける。異常点からの反射光量のうち、CCDカメラに到達する光量が反

10

20

30

40

50

射点からの距離に依存するからである。したがって、C C Dカメラが単一である場合、異常点からの反射光量が小さい位置にある異常点を検出できないおそれがある。また、上述したように正反射光Qの反射光量が大きいから、正反射部分に合致する位置に穴があると、穴による反射成分が隠されてしまい、確実に穴の検知ができないおそれがある。

【0034】図4は、穴の位置と輝度との関係を説明するためのもので、図4(A)は、ガラス繊維内の穴の位置を示す説明図、図4(B)は、穴の位置に対する輝度を示す線図である。図中、1はガラス繊維、3はC C Dカメラ、4は照射光、5a、5b、5c、5dは穴である。穴5aの位置の角度を0°として、時計回りに角度をとり、C C Dカメラ3の出力をプロットしたのが図4(B)である。穴5cの位置にあるときに、輝度が最も大きく、穴5aの位置にあるときに、輝度は最も小さい。また、穴の径が大きくなるにつれて、輝度が多くなっている。

【0035】図5は、本発明の線状体内異常点測定装置の第2の実施例の説明図である。この実施例は、上述した穴の位置に対する検出感度の相違を補正できるものであり、C C Dカメラを2台用いたものである。図中、図1と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。3a、3bはC C Dカメラである。レーザ光源2およびC C Dカメラ3aは、第1の実施例と同様でよい。C C Dカメラ3bは、C C Dカメラ3aと反対の位置に設けられている。したがって、C C Dカメラ3a、3bは、レーザ光源2の光軸を含んでガラス繊維1に直交する平面内において、ガラス繊維1による反射光を2方向から撮像することになり、ガラス繊維1の断面内に存在する穴の位置に依存されることはない。また、一方のC C Dカメラで穴による反射成分が正反射成分に隠れていても、もう一方のC C Dカメラでは、確実に穴による反射光を検知することができる。なお、C C Dカメラの数は2に限られるものではなく、その配置の角度も上述したように、レーザ光源2の光軸に対して90°の角度に限られるものではない。

【0036】図6は、ガラス繊維に入射した光の状況の説明図である。ガラス繊維1の一方方向からのみ照射光4を入射させると、ガラス繊維1中には、光量密度が小さい領域6が存在する。この領域6に穴が存在した場合には、穴による反射光量が少ないので、穴を検出できないおそれがある。

【0037】図7は、本発明の線状体内異常点測定装置の第3の実施例の説明図である。この実施例は、上述した光量密度の不均一さに対する検出感度の相違を補正できるものであり、レーザ光源を2台用いたものである。図中、図1と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。2a、2bはレーザ光源である。この実施例でも、レーザ光源2aおよびC C Dカメラ3は、第1の実

施例と同様でよい。レーザ光源2bは、レーザ光源2aと反対の位置に設けられている。したがって、ガラス繊維1は、両側から照射されることになり、ガラス繊維1内の光量分布を均一化でき、確実に穴の有無を測定することができる。なお、レーザ光源の数は2に限られるものではなく、その配置の角度も上述した180°に限られるものではない。

【0038】また、複数のC C Dカメラと複数の方向から光を入射させるようにして穴からの反射光を測定するようにしてもよい。複数の方向からの入射光は、複数の光源によって得ることができるが、ハーフミラーや光ファイバを用いて分割するなどにより、1つの光源から複数の方向の光を得るようにしてもよい。さらに、複数の方向からの照射光を用いる場合には、これを多段に構成してもよい。

【0039】図8、図9は、本発明の線状体内異常点測定装置の第4の実施例の説明図である。この実施例は、光源とC C Dカメラの配置を2段構成で用いている。図8は、測定部の外観図であり、下段部9と上段部10から構成され、ガラス繊維の挿入溝8が形成されている。下段部9と上段部10の内部の構成を図9に示す。図中、1はガラス繊維、2a、2bはレーザ光源、3a、3b、3c、3dはC C Dカメラ、7は光吸収部材、8は挿入溝、9は下段部、10は上段部、11は鏡筒、12はレンズ、13は干渉フィルタ、14は2次元のC C Dである。各C C Dカメラ3a、3b、3c、3dは、鏡筒AにレンズLが取り付けられ、干渉フィルタFを介してC C Dで光電変換出力を取り出すように構成されている。光吸収部材7は、レーザ光源2a、2bからガラス繊維1の領域を透過した光を吸収するように配置されている。また、下段部9と上段部10には、一致した位置に挿入溝8が設けられており、ガラス繊維1を切断することなく、測定位置にセットできるようにされている。

【0040】下段部9は、1つのレーザ光源2aと2つのC C Dカメラ3a、3bが設けられており、レーザ光源2aから照射光によるガラス繊維1の反射光は、C C Dカメラ3a、3bによって撮像される。上段部10も同様に、1つのレーザ光源2bと2つのC C Dカメラ3c、3dが設けられており、レーザ光源2bから照射光によるガラス繊維1の反射光が、C C Dカメラ3c、3dによって検出される。したがって、第2の実施例で説明したように、各段部において、効率よく穴の検出ができる。

【0041】また、下段部9におけるレーザ光源2aの光軸と、上段部10におけるレーザ光源2bの光軸とは、90°の角度をもつように配置されている。したがって、第3の実施例で説明したと同様に、複数の光源を用いたことになり、ガラス繊維内の光量密度の不均一さの影響を避けることができる。なお、下段部9における

レーザ光源2aの光軸と、上段部10におけるレーザ光源2bの光軸との角度は、 $90^\circ$ であることは必ずしも要件ではない。 $180^\circ$ の角度でもよく、また、他の適宜の角度をもつように配置することもできる。

【0042】この場合、ガラス繊維1を均一な速度で走行させながら測定を行ない、CCDカメラの出力で検出された異常点を、下段部9と上段部10との時間差を考慮して評価することにより、1つの穴に対しては、1つの検出力だけを得ることができる。

【0043】図10は、本発明の線状体内異常点測定装置の第5の実施例の説明図である。図中、1はガラス繊維、2はレーザ光源、3はCCDカメラ、15は被覆樹脂、16はダイスである。この実施例では、ガラス繊維1に被覆樹脂15を塗布するダイス16の直下において、レーザ光源2より照射光を与えて、ガラス繊維1を撮像するようにした。ダイス16の直下では、被覆樹脂15は、メニスカス部となっているから、レーザ光源2の光軸を、ガラス繊維1の軸線に対して、直交する面内にあるようにし、CCDカメラ3の光軸も、上述した面と同一平面内にあるようにすれば、図11に示すよう

に、ガラス繊維1の表面での正反射光Qの方向は、上述した面よりも下向きとなり、CCDカメラ3に入射される成分は小さくなる。したがって、ガラス繊維1の表面での正反射光がCCDカメラ3に入射するのを抑えることができ、異常点の検出を容易にする。

【0044】第1乃至第4の実施例では、被覆のないガラス繊維における異常点の検出を行なった。もちろん、これら実施例が、被覆が施されたガラス繊維に適用されても差し支えないものである。しかし、第1乃至第4の実施例の方法で、ガラス繊維内の異常点を検出するとき、ガラス繊維の表面での傷を誤検出するおそれがある。そこで、ガラス繊維の状態を観察し、ガラス繊維に樹脂を塗布した後もう一度ガラス繊維を観察し、両方の観察地点で同じ異常点を認知したとき、ガラス繊維内に異常点が存在すると判定するようにすれば、上述した誤動作をなくすることができる。これは、空気とガラスとの屈折率差よりも、樹脂とガラスとの屈折率差の方が小さいので、樹脂を塗布した後に観察した方が、ガラス表面での傷による反射光が小さいことによる。

【0045】また、樹脂被覆が施されていない状態のガラス繊維を観察すると、図2でも説明したが、図12に示すように、ガラス繊維の光源側の表面と反対側の表面からの散乱光P、Rの間に、正反射光Qが現れる。レーザ光源の光軸とCCDカメラとの光軸をほぼ直角とした場合には、正反射光Qは、ガラス繊維の表面からの散乱光Pの近くに現れる。したがって、異常点が、正反射光Qの位置にあると、異常点による反射光は、正反射光Qに隠れて検出されず、異常点の検出漏れにつながる。

【0046】ガラス繊維に樹脂被覆を施した状態で観察すると、ガラス繊維の直径が大きくなったと同様にな

り、図13に示すように、正反射光Qは樹脂被覆の部分に現れる。図13において、T、Uは、樹脂被覆の光源側とその反対側の表面からの散乱光であり、P、Rは、ガラス繊維の光源側とその反対側の表面からの散乱光である。P、Rは、ガラス繊維の表面に樹脂が被覆されたことによって、屈折率差が小さくなり、反射光量は小さくなる。このように、ガラス繊維に樹脂を塗布することにより、ガラス繊維からの正反射光がガラス繊維の領域に現れることがなく、異常点が正反射光に隠されることがない状態でガラス繊維を観察することが可能となる。

【0047】ガラス繊維に樹脂被覆が施される製造工程において異常点を検出する場合には、被覆工程の前後において、それぞれ異常点の検出を行なうようにすることができる。検出位置の時間差を考慮して検出信号を評価することによって、より確実に異常点の検出を行なうことができる。

【0048】上述した説明では、撮像手段として2次元センサを用いた。具体的には、CCDカメラを用いたが、CCDカメラは、画像取り込み速度が遅い。NTSC方式と同様な走査であるとすれば、フレーム周波数は30Hzであるから、1フレームのデータの取り込みに1/30秒を要する。

【0049】ラインセンサを用いることによって、より高速でデータの取り込みを行なうことができる。画像の取り込み速度を向上させて、インラインで確実にガラス繊維の異常点を検出することができる。ラインセンサを用いる場合は、上述した実施例におけるCCDカメラをラインセンサに置き換えればよい。したがって、それらの説明は省略する。

【0050】ラインセンサやCCDカメラの電子シャッターを用いて画像を撮像しても、線状体が線ブレすることにより、取り込む画像データにブレやボケが生じる。例えば、線ブレが生じていなければ、図14に示すような、輝度分布が観測できる筈であっても、線ブレが発生していると、図15に示すような輝度分布が検出され、正確に異常点を検出できないことがある。

【0051】そこで、レーザ光源にパルス光源を用いて、間欠的に発光させて、実質の露光時間を短くすることができる。それにより、図14に示すような、ボケやブレのない画像データを取り込むことができ、異常点の検出を正確に行なうことができる。なお、光源の発光は、ラインセンサやCCDカメラの走査と同期させてもよい。

【0052】上述した実施例は、ガラス繊維における穴の検出についてのものであるが、ガラス繊維としては光ファイバが含まれることはもちろんである。また、光透過性を有する他の線状体における異常点の検出にも適用できるものである。

【0053】また、連続的に線状体の穴の検出ができるから、製造装置に組み込むことができ、異常点のない高

10

20

30

40

50

品質の線状体を製造することができる。

【0054】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、線状体をその側面から観察するため、非接触かつ簡便に、穴の検出ができ、製造工程に適用して、製造中に穴の有無を測定することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の線状体内異常点測定装置の第1の実施例の説明図である。

【図2】第1の実施例における穴の有無の測定方法の説明図である。

【図3】第1の実施例における穴の有無の測定方法の説明図である。

【図4】受光量に対する穴の位置と受光量の関係を示す説明図と線図である。

【図5】本発明の線状体内異常点測定装置の第2の実施例の説明図である。

【図6】ガラス繊維に入射した光の状況の説明図である。

【図7】本発明の線状体内異常点測定装置の第3の実施例の説明図である。

\*【図8】本発明の線状体内異常点測定装置の第4の実施例の測定部の外観図である。

【図9】第4の実施例の測定部の構成図である。

【図10】本発明の線状体内異常点測定装置の第5の実施例の説明図である。

【図11】第5の実施例における画像データを示す線図である。

【図12】被覆のないガラス繊維の撮像した画像データを示す線図である。

【図13】樹脂被覆をしたガラス繊維の撮像した画像データを示す線図である。

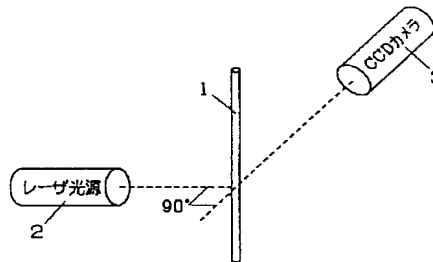
【図14】線ブレのない状態で撮像した画像データを示す線図である。

【図15】線ブレが生じた状態で撮像した画像データを示す線図である。

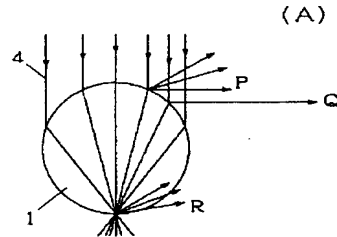
【符号の説明】

- 1 ガラス繊維
- 2, 2a, 2b レーザ光源
- 3, 3a, 3b, 3c, 3d CCDカメラ
- 4 照射光
- 5 穴

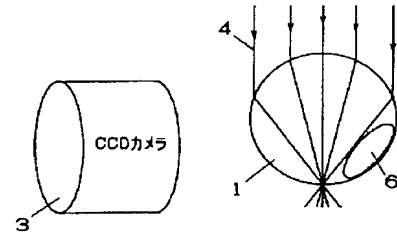
【図1】



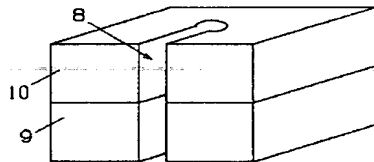
【図2】



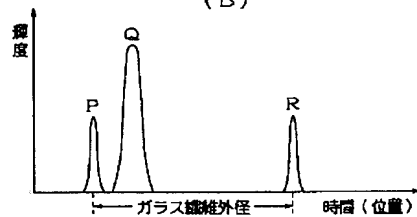
【図6】



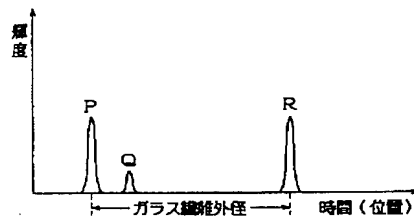
【図8】



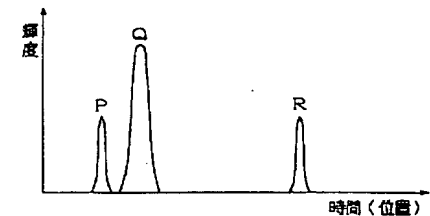
【図4】



【図11】

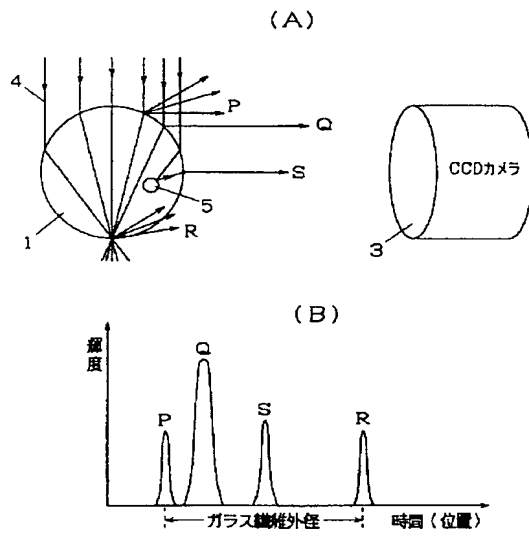


【図14】

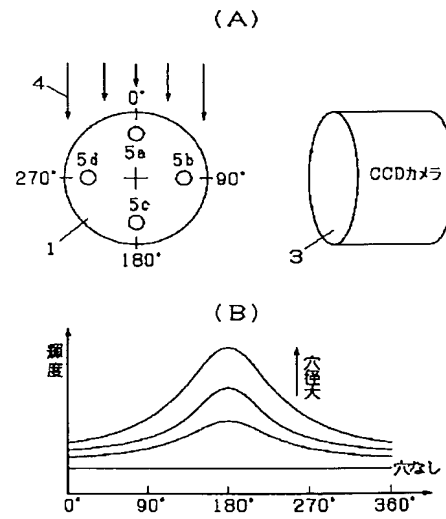




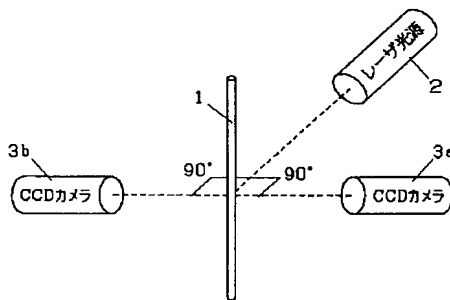
【図3】



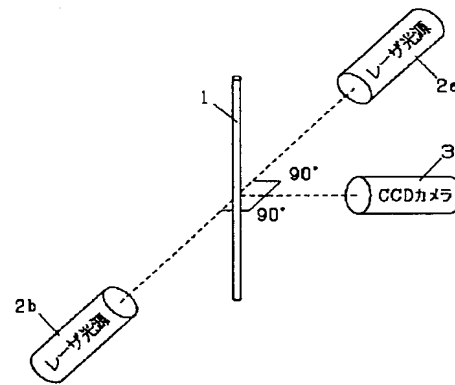
【図4】



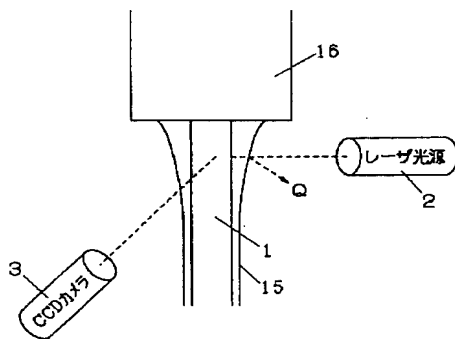
【図5】



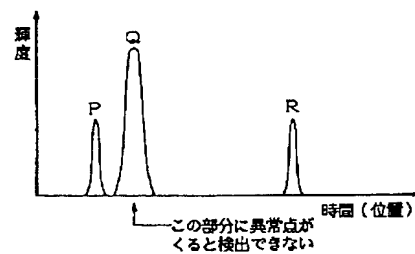
【図7】



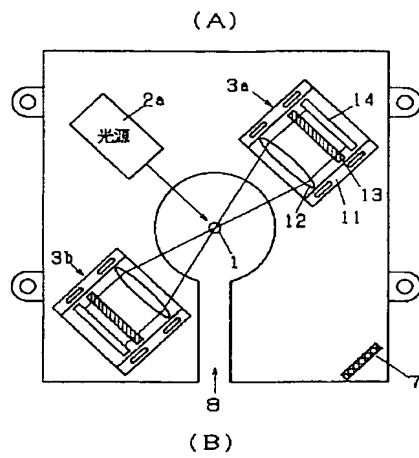
【図10】



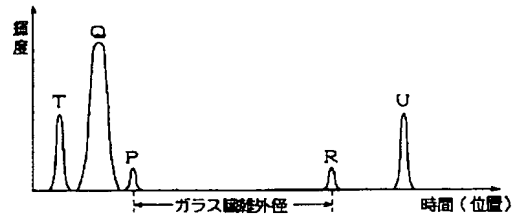
【図12】



【図9】



【図13】



【図15】

